

## 東北地域における寒冷地向け飼料 イネ品種・系統の生育・収量および乾物生産特性

長田 健二<sup>\*1)</sup>・吉永 悟志<sup>\*1)</sup>・寺島 一男<sup>\*2)</sup>・福田あかり<sup>\*1)</sup>

**抄 録**：東北農業研究センターで新規に育成された寒冷地向け飼料イネ系統を中心に、東北地域における乾物生産力と品種・系統特性を2001年から2005年にかけて評価するとともに、当地域における飼料イネ生産において高い乾物収量を得るために備えるべき生理生態条件について検討を行った。その結果、早生系統では長稈性を有し、安定して高い黄熟期乾物重を示した「奥羽飼395号」が、中生系統では大粒で耐倒伏性が強く、かつ安定して高い黄熟期乾物重を示した「奥羽飼380号」、「奥羽飼384号」および「奥羽飼387号」が有望であった。このうち「奥羽飼387号」が飼料イネ専用品種「べこあおば」として2005年に品種登録された。当地域の飼料イネ栽培において高い黄熟期乾物重を得るためには、生育日数や葉面積指数の確保を通じて穂揃期までの乾物生産性を高めることと同時に、登熟期間中の純同化率の向上による穂揃期～黄熟期の乾物増加量を確保することが重要であることが示唆された。

**キーワード**：飼料イネ、黄熟期、乾物生産、東北地域

**Growth, Yield and Dry Matter Production of Rice Varieties for Whole-crop Silage Bred for the Tohoku Region of Japan** : Kenji NAGATA<sup>\*1)</sup>, Satoshi YOSHINAGA<sup>\*1)</sup>, Kazuo TERASHIMA<sup>\*2)</sup> and Akari FUKUDA<sup>\*1)</sup>

**Abstract** : We examined the growth, yield, and dry matter production of rice varieties for whole-crop silage (RWCS) bred for the Tohoku region of Japan for five years from 2001 to 2005. Among the varieties newly released from the National Agricultural Research Center for Tohoku Region, early-maturing "Ouu 395" with long culm length, as well as medium-maturing "Ouu 380", "Ouu 384", and "Ouu 387" with large grain size and high lodging resistance, was selected as a RWCS showing high dry weight at the yellow-ripe stage. Among them, "Ouu 387" was selected in 2005 as a new cultivar for whole-crop silage in this region and named "Bekoaoaba". Characteristics of a longer growing period and higher crop growth rate with larger leaf area before the heading stage, as well as higher crop growth rate with higher net assimilation rate during the grain filling stage, were advantageous for achieving higher dry weight at the yellow-ripe stage in the Tohoku region.

**Key Words** : Rice variety for whole-crop silage, Yellow-ripe stage, Dry matter production, Tohoku region

### I 緒 言

水田の高度利用や飼料自給率向上の観点から、家畜飼料利用のためのホールクロップサイレージ用水稲（以下、飼料イネ）生産に対する関心が近年高まっている。このような背景のもと、飼料イネの

作付け面積は2000年（平成12年）には全国で502haであったのに対し、2003年には5,214haと大幅に増加した。東北地域においても飼料イネ栽培は増加する傾向を示しており、2003年には1,067haの栽培が行われ、2000年（31ha）の約34倍にまで面積が拡大した。最近の栽培面積は全国で約4,000～5,000ha、東

\* 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Daisen, Akita 014-0102, Japan)

\* 2) 中央農業総合研究センター北陸研究センター (Hokuriku Research Center, National Agricultural Research Center, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan)

2006年12月25日受付、2007年2月28日受理

北では約800～950haで推移している。

子実のみを利用する一般食用水稻とは異なり、飼料イネでは植物体全体を生産対象とし、飼料価値の高い生産物を省力・低コストで多量に得ることが求められており、その生産基盤として、飼料イネ専用品種の開発が急務となっている。飼料イネとして求められる品種特性としては、まず飼料適性が良好となる糊熟期～黄熟期において高い乾物収量が確保されることが重要視される。また、高度耐病虫性や高い飼料価値を備えるとともに、収穫時の高い耐倒伏性が望まれる。さらに、一般品種の収穫作業との競合回避のために熟期の早い品種が東北地域では求められているほか、給与時の飼料価値を確保するために未消化糲発生(箭原ら 1981)の低減化に向けた品種開発も期待されている(根本 2004、山口 2004)。品種特性に対するこのような多様なニーズがある中で、農研機構および指定試験地において近年、地方番号が付された寒冷地向け飼料イネ新規系統が育成されてきたことから、これらの育成系統の乾物生産力や飼料イネ専用品種としての適性について評価し、データを蓄積していく必要がある。

本研究では、東北地域における飼料イネの乾物生産力の評価と品種・系統特性を明らかにする目的で、東北農業研究センターで育成された新規系統を中心に2001年から2005年にかけて生育・収量および乾物生産特性を調査した。また、生長解析をもとに、当地域での飼料イネ生産において高い乾物収量を得るために備えるべき生理生態条件の検討を行った。

なお、本研究の遂行に当たっては、当研究センター水田利用部稲育種研究室(現低コスト稲育種研究東北サブチーム)より新規育成系統種子を、また、青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部より供試系統「ふ系飼206号」の種子を、それぞれ分譲頂いた。さらに、畜産草地研究所試料調製研究室からは、近赤外分光光度計による可消化養分総量(TDN)分析データを提供頂いた。そして、圃場管理等に際し、当研究センター水田利用部業務科(現研究支援センター業務第4科)職員の多大なる支援を得た。また、本稿の作成に当たっては白土宏之氏(東北農業研究センター)より多くの助言を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

## II 材料と方法

東北農業研究センターで育成された飼料イネ新規

系統を中心に、2001～2005年にかけて毎年5～7品種・系統(表1参照)を同研究センター水田利用部(現大仙研究拠点)内の水田圃場(秋田県大仙市、灰色低地土)で栽培した。このうち、「羽系604」および「奥羽飼」番号の付されたものが当研究センターで育成された新規系統である。基準品種として早生の「アキヒカリ」、中生の「ふくひびき」、および晩生の「タカナリ」を用いた。いずれの年次とも播種後約30日の苗を、2001～2003年5月15日、2004年5月14日、2005年5月13日にそれぞれ1株3本、栽植密度30cm×15cm(22.2株/m<sup>2</sup>)で手植えした。

施肥は基肥、分けつ期追肥(移植後30日)および穂肥2回(幼穂形成期と減数分裂期)の計4回行い、2001年および2002年は8-2-3-3(各回の窒素成分量gN/m<sup>2</sup>、以下同じ)、2003～2005年は6-4-3-3として、いずれの年次とも計16gN/m<sup>2</sup>を施用した。試験区は3反復を設けた。

乾物生産特性は以下のように調査した。穂揃期および黄熟期に各反復につき15株ずつ圃場から抜き取り、生重と穂数を基準として平均的な3株を代表株に選定し、葉身、枯死葉身、葉鞘+稈および穂の各器官ごとに分解した。そのうち1株分の葉面積をベルトコンベア装置付き携帯葉面積計(Licor社、LI-3050A-P)を用いて測定した。その後、代表3株の分解物と抜き取った残り12株を80℃72時間乾燥して乾物重を測定し、単位土地面積当たりの乾物重および葉面積指数(LAI)を算出して生長解析に用いた。分解した各器官については微粉碎した後、全自動窒素分析装置(Elementar社、Vario MAX)を用いて窒素含有率を測定した。また、葉鞘+稈については大西・堀江(1999)の方法により非構造化炭水化物(NSC)含有率を重量法で測定した。なお、黄熟期は出穂後積算気温800～850℃程度を目安として、黄化糲割合を加味しながら判断した。また、黄熟期の全植物体を粉碎して得た試料を用いて、TDN含有率を近赤外分析法(藤田ら 2002)により推定した。

成熟期には各反復ごとに稈長の測定と倒伏程度の評価を行った後、60株を刈り取り、常法により収量および収量構成要素を求めた。

生育期間中の気温および日射量は秋田地方気象台における観測値を用いた。

表1 供試品種・系統の生育・収量特性

試験 年次	品種・系統名	穂揃期 月日	黄熟期 月日	黄熟期			粗玄米 重 g/m <sup>2</sup>	総粒数 /m <sup>2</sup>	穂数 /m <sup>2</sup>	精玄米 千粒重 g	稈長 cm	倒伏 程度 0-4
				乾物重 g/m <sup>2</sup>	TDN g/m <sup>2</sup> %							
2001	アキヒカリ	7.31	9.11	1597	942	59.0	858	43637	441	22.3	85.0	1.5
	ふくひびき	8.07	9.17	1700	997	58.6	892	42033	350	24.2	85.6	2.0
	羽系604	8.08	9.19	1771	1040	58.7	967	34591	429	31.0	77.0	0.0
	奥羽飼380号	8.10	9.20	1814	1064	58.7	775	28494	341	36.1	77.3	0.0
	奥羽飼387号	8.12	9.25	1953	1142	58.5	972	38316	326	31.8	77.0	0.0
	奥羽飼384号	8.17	10.01	2003	1175	58.7	979	38988	366	29.7	80.2	0.0
	タカナリ	8.24	10.03	1826	-	-	716	42370	297	22.1	76.0	0.0
	LSD			124	73		57	3146	39	14	6.2	1.4
2002	アキヒカリ	8.02	9.03	1444	-	-	753	39311	480	22.8	88.4	1.5
	ふくひびき	8.06	9.12	1509	923	61.1	849	40610	372	24.5	88.2	3.5
	羽系604	8.09	9.16	1507	-	-	847	32531	455	30.5	75.1	0.0
	奥羽飼380号	8.10	9.17	1593	-	-	774	27627	343	35.3	79.0	0.0
	奥羽飼387号	8.12	9.24	1709	1056	61.8	943	36648	348	32.9	79.5	0.0
	奥羽飼384号	8.16	9.25	1686	1049	62.2	935	36829	370	31.3	81.8	0.0
	タカナリ	8.17	9.24	1753	-	-	799	41086	289	22.1	73.6	0.0
	LSD			141	77		44	3046	39	0.9	3.6	0.2
2003	ふ系飼206号	7.28	9.02	1322	803	60.8	526	43345	341	20.5	84.3	0.0
	アキヒカリ	8.04	9.11	1439	-	-	745	47111	505	20.3	78.7	0.3
	奥羽飼385号	8.08	9.14	1551	942	60.7	858	33114	330	34.2	86.0	1.0
	ふくひびき	8.07	9.16	1594	996	62.5	819	46871	422	22.2	79.2	0.1
	奥羽飼387号	8.14	9.22	1672	1050	62.8	859	36676	367	31.6	69.6	0.0
	タカナリ	8.19	10.03	1717	-	-	695	47143	328	21.8	-	0.0
	LSD			136	89		49	3179	41	0.4	7.4	0.3
2004	ふ系飼206号	7.27	8.27	1278	776	60.7	520	27343	281	21.4	86.2	0.0
	奥羽飼395号	7.27	8.27	1421	-	-	734	36490	272	23.2	91.3	0.5
	奥羽飼394号	7.30	9.03	1423	-	-	862	34477	369	28.7	64.1	0.0
	アキヒカリ	8.01	9.03	1345	-	-	733	35173	389	22.6	80.0	0.2
	ふくひびき	8.05	9.10	1505	922	61.2	807	35312	334	25.2	82.5	1.7
	奥羽飼387号	8.10	9.16	1592	989	62.1	847	30621	305	34.2	74.1	0.0
	タカナリ	8.15	9.24	1577	-	-	818	47566	290	21.8	-	0.0
	LSD			98	73		44	2488	43	0.7	3.5	0.4
2005	奥羽飼395号	7.29	9.01	1553	921	59.3	816	46674	274	21.3	87.3	0.1
	奥羽飼396号	7.29	8.28	1401	843	60.2	488	24999	220	23.5	85.5	0.1
	アキヒカリ	7.30	8.28	1357	826	60.9	794	40369	428	21.6	78.3	0.1
	ふくひびき	8.06	9.06	1577	984	62.4	823	38235	364	23.6	81.3	0.1
	奥羽飼387号	8.08	9.08	1608	999	62.1	882	34091	328	32.8	73.8	0.0
	LSD			121	74		65	4286	30	0.7	2.6	ns

注. 乾物重は抜き取りによる値（根以外の地下部を含む）。TDN（可消化養分総量）は近赤外推定値。粗玄米重、千粒重は水分15%換算。倒伏程度は0（無倒伏）-4（完全倒伏）。表中の-は未測定。LSDは5%水準での最小有意差で、nsは有意差がないことを示す。

### Ⅲ 結 果

各試験年次の夏期の気象条件を概説すると、2001年は登熟期を迎える8月以降の日射量が安定して確保されたのに対し、2002年は8月初中旬の低日射量条件、2003年は7月以降9月下旬頃までの低温低日射量条件、2004年は8月中旬の低温低日射量条件、2005年は8月中旬および9月上旬の低日射量条件が特徴的であった。この結果、移植～黄熟期までの積算日射量を「ふくひびき」で年次比較すると、2002～2005年の1979～2050MJ/m<sup>2</sup>に対し、2001年は2273MJ/m<sup>2</sup>と多かった。

供試品種・系統の生育・収量特性について表1に示した。黄熟期乾物重は気象条件に恵まれた2001年で他年次より大きかった。新規育成系統についてみると、2004～2005年に供試した早生系統の「奥羽飼394号」、「奥羽飼395号」および「奥羽飼396号」は「アキヒカリ」と同等以上の乾物重を示した。そのうち「奥羽飼394号」は粗玄米収量が高く、千粒重が大きく、稈長が64.1cm（2004年）と短い特性を示した。また、「奥羽飼395号」は稈長が2004～2005年平均で89.3cmと「アキヒカリ」より10cm程度長く、両年とも「アキヒカリ」より安定して高い黄熟期乾物重を示した。これらの系統の乾物生産特性をみると（表2）、「アキヒカリ」と比較して穂揃期および黄熟期における窒素吸収量が多く、穂揃期LAIや穂揃期～黄熟期の乾物増加量（ $\Delta W$ ）が大きい傾向にあった。一方、2003～2004年に供試した「ふ系飼206号」は、黄熟期乾物重が「アキヒカリ」より小さかった（表1）。

中生の育成系統では、2001～2002年に供試した「羽系604」、「奥羽飼380号」、「奥羽飼384号」および2001～2005年に供試した「奥羽飼387号」が「ふくひびき」と比較して同等以上の乾物重を示し、特に「奥羽飼380号」、「奥羽飼384号」および「奥羽飼387号」の乾物収量が高かった（表1）。「奥羽飼384号」および「奥羽飼387号」では、晩生の多収品種「タカナリ」と同等以上の乾物重を示す年次も認められた（表1）。これらの系統は「ふくひびき」と比較していずれも千粒重が大きく、稈長は5～10cm程度短く、倒伏程度は小さかった。一方、乾物生産特性では「ふくひびき」と比較して穂揃期LAIはほぼ同等であったが穂揃期乾物重がやや大きい傾向にあり、穂揃期および黄熟期におけるNSC蓄積量も多

かった（表2）。一方、2003年に供試した「奥羽飼385号」の黄熟期乾物重は「ふくひびき」と同程度であった（表1）。

飼料特性として重要な指標の一つである黄熟期TDN含量は、黄熟期乾物重と乾物当たりTDN含有率の積で捉えられる。そのうちTDN含有率は、2001年に他年次と比較してやや低い値を示したが（表1）、5年間延べ21品種・系統間で求めたTDN含有率の変動係数は2.5%と小さかった。一方、同様にして求めた黄熟期乾物重の変動係数は11.6%と大きかった。その結果、黄熟期TDN含量は黄熟期乾物重と強い正の相関関係を示したのに対し（ $r=0.98$ 、 $p<0.001$ ）、TDN含有率との相関は認められなかった。

黄熟期乾物重は移植～黄熟期までの積算日射量と有意な正の相関関係を示した（図1）。その中で、各熟期において高い乾物収量を示した新規育成系統である「奥羽飼395号」、「奥羽飼380号」、「奥羽飼384号」および「奥羽飼387号」は、他の品種・系統と比較して同じ積算日射量条件でも黄熟期乾物重がやや高い傾向にあった（図1）。一方、黄熟期までの乾物生産過程について生長解析を行ったところ（図2）、黄熟期乾物重は穂揃期乾物重（移植～穂揃期の乾物生産量）および $\Delta W$ の双方と有意な関連性が認められた。このうち、穂揃期乾物重は到穂日数および移植～穂揃期の個体群成長速度（CGR）の双方と高い正の相関関係を示し、さらに、この期間のCGRは同期間中の平均LAIとの関連が強かった。一方、 $\Delta W$ は穂揃期～黄熟期のCGRとの間に有意な正の相関関係が認められ、さらに、この期間のCGRは穂揃期までのそれとは異なり、純同化率（NAR）との関連が強かった（図2）。

### Ⅳ 考 察

本研究では、東北農業研究センターで新規に育成された飼料イネ系統を中心に乾物生産力と品種・系統特性の評価を行うとともに、東北地域における飼料イネの乾物生産性向上を図るための生理生態条件を明らかにする目的で行った。

新規に育成された系統の多くは同熟期の基準品種と同等以上の乾物重を示した（表1）。その中でも、早生では長稈性を有し、2004年および2005年の両年で安定して高い乾物重を示した「奥羽飼395号」が、中生では大粒で耐倒伏性が強く、かつ安定して高い

表2 供試品種・系統の乾物生産特性

試験 年次	品種・系統名	穂揃期			葉鞘+稈NSC				窒素吸収量	
		乾物重 g/m <sup>2</sup>	LAI m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	ΔW g/m <sup>2</sup>	穂揃期		黄熟期		穂揃期 g/m <sup>2</sup>	黄熟期 g/m <sup>2</sup>
					%	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>		
2001	アキヒカリ	891	6.3	706	32.4	182	28.0	139	18.2	18.2
	ふくひびき	966	6.7	734	33.3	191	20.6	106	16.6	19.5
	羽系604	985	6.5	786	41.7	238	23.3	119	16.6	21.2
	奥羽飼380号	1025	6.5	789	41.8	249	37.7	256	15.6	21.1
	奥羽飼387号	-	-	-	-	-	23.0	143	-	19.0
	奥羽飼384号	-	-	-	-	-	24.2	160	-	19.9
	タカナリ	1335	7.5	491	44.3	344	25.5	156	15.9	18.1
	LSD	76	0.9	105	2.6	26	5.3	48	2.0	3.0
2002	アキヒカリ	844	-	600	-	-	-	-	-	-
	ふくひびき	934	5.6	575	34.7	179	26.5	124	14.6	16.1
	羽系604	883	-	624	-	-	-	-	-	-
	奥羽飼380号	903	-	690	-	-	-	-	-	-
	奥羽飼387号	973	6.1	736	38.8	218	30.1	150	12.8	15.2
	奥羽飼384号	997	5.6	688	35.7	202	29.4	166	12.0	17.3
	タカナリ	1067	7.1	686	-	-	-	-	-	-
	LSD	82	1.6	166	3.8	24	4.7	52	ns	ns
2003	ふ系飼206号	849	4.4	473	36.3	185	30.9	157	13.1	14.0
	アキヒカリ	963	6.0	477	41.6	257	22.8	111	14.2	15.4
	奥羽飼385号	1005	4.9	546	35.5	214	20.0	101	13.3	16.1
	ふくひびき	994	5.9	600	37.2	221	20.0	103	13.6	16.5
	奥羽飼387号	1061	5.4	611	44.9	296	26.1	151	13.5	16.0
	タカナリ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	LSD	74	0.8	127	3.9	40	3.4	35	ns	1.8
2004	ふ系飼206号	627	4.3	651	28.5	104	36.7	188	11.7	13.4
	奥羽飼395号	-	-	-	-	-	22.6	110	-	15.0
	奥羽飼394号	-	-	-	-	-	21.2	79	-	15.7
	アキヒカリ	841	4.8	505	34.3	172	26.9	121	14.5	14.4
	ふくひびき	873	5.1	633	36.6	191	25.0	120	13.5	14.9
	奥羽飼387号	1072	5.4	521	43.2	283	27.7	144	14.0	15.4
	タカナリ	-	-	-	-	-	-	-	-	15.1
	LSD	121	1.1	81	2.5	25	4.6	38	ns	ns
2005	奥羽飼395号	891	5.8	662	30.7	161	20.6	104	14.3	15.7
	奥羽飼396号	815	5.2	586	31.5	150	18.0	84	13.2	15.1
	アキヒカリ	835	4.8	522	37.0	188	18.1	79	12.3	14.1
	ふくひびき	958	5.4	619	36.5	214	21.4	105	13.2	14.8
	奥羽飼387号	1136	5.6	472	43.9	314	24.4	123	16.0	16.3
	LSD	95	0.9	83	3.3	23	2.4	22	2.5	1.9

注. LAI：葉面積指数、ΔW：穂揃期～黄熟期乾物増加量、NSC：非構造性炭水化物。乾物重は抜き取りによる値（根以外の地下部を含む）。表中の-は未測定。LSDは5%水準での最小有意差で、nsは有意差がないことを示す。

乾物重を示した「奥羽飼380号」、「奥羽飼384号」および「奥羽飼387号」が有望であった(表1、表2)。そのうち「奥羽飼395号」の長稈性は、収穫ロスにつながる圃場への刈り残し率を低減化する観点から、飼料イネとして有利な特性である。また、中生系統が備える大粒性および高い耐倒伏性は、それぞれ一般品種との識別性および収穫時の土壌混入・高水分条件の回避の観点から、飼料イネとして望まれる特性である。一方、早生の「ふ系飼206号」と「奥羽飼396号」および中生の「羽系604」と「奥羽飼385号」は同熟期の他の育成系統と比較して黄熟期乾物重が小さい傾向にあり(表1)、また、「奥羽飼395号」は乾物重および収量性は比較的高かったものの、稈長が65cm未満と極めて短かったことから(表1、表2)、有望視するには至らなかった。

有望中生系統については熟期や種子発芽性の面から検討が別途進められ、「奥羽飼387号」が品種「べこあおば」(東北中南部以南向き)として2005年度に登録されるに至った(中込ら 2005)。「べこあおば」の黄熟期乾物重は2001年～2005年平均で1707g/m<sup>2</sup>であり、「ふくひびき」の1577g/m<sup>2</sup>と比較して約8%高い乾物重を年次間で安定して示し、天候に恵まれた2001年には1953g/m<sup>2</sup>という極めて高い黄熟期乾物重が得られた(表1)。また、温暖地で高い乾物生産と収量性を示す晩生の「タカナリ」と比較しても、同等以上の黄熟期乾物重を示す年次が認められた(表1)。このような高い乾物生産性には、「ふくひびき」と比較して穂揃期が2～5日、黄熟期が2～12日遅く(表1)、生育期間が長いことに加えて、葉が直立し受光態勢に優れる草型であることや、比葉面積が低く葉が厚いことによる葉身活性の高さ等により、日射乾物変換効率が高いことが関係している可能性が考えられる(長田ら 2004、吉永ら 2006)。また、高い耐倒伏性を備えており、生産の低コスト化で注目される直播栽培でも優れた乾物収量を示すことが示されている(中込ら 2005、吉永ら 2006)。今後は、省力・低コスト栽培や家畜糞堆肥利用等の循環型生産システムのなかで、飼料イネとして適した品種特性を最大限発揮するような栽培法の検討が必要である。

飼料価値の指標の一つであるTDN含有率は、2001年に他年次と比較してやや低い値を示した(表1)。その理由として、2001年の生育条件等の影響のほかに、近赤外分析によるTDN含有率推定の際

に2001年、2002年、2003～2005年でそれぞれ異なる検量線が用いられたことが影響した可能性も考えられることから、要因解明にむけては今後更なる検討が必要である。しかし、TDN含有率の年次間および品種・系統間の変動は黄熟期乾物重の変動と比較して小さく、黄熟期TDN含量は黄熟期乾物重と強い相関関係を示したことから、飼料イネ生産におけるTDN含量の向上には、黄熟期までの乾物生産を高めることが重要と考えられた。

黄熟期乾物重は移植～黄熟期までの積算日射量と強い正の相関関係にあり(図1)、日射条件が乾物生産に強く関与することが示されたものの、有望視された新規育成系統は他の品種・系統と比較して日射乾物変換効率が高く、同じ積算日射量の条件でも乾物重が高く確保されている傾向が認められた(図1)。その要因として、「奥羽飼387号」(「べこあおば」)等の有望系統が、上述したような乾物生産に有利な特性を示すことが考えられた。そこで、当地域で高い黄熟期乾物重を得るうえで必要な生理生態条件を更に明らかにするために生長解析を行った結果(図2)、到穂日数の確保や穂揃期までのCGRを高くすることを通じて穂揃期乾物重を大きくするとともに、穂揃期以降の登熟期間における高いCGRの確保を通じて穂揃期～黄熟期の乾物増加量ΔWを増大することが重要であると判断された。

穂揃期までのCGR確保のためには、LAIを高くすることの重要性が指摘された(図2)。栄養成長期

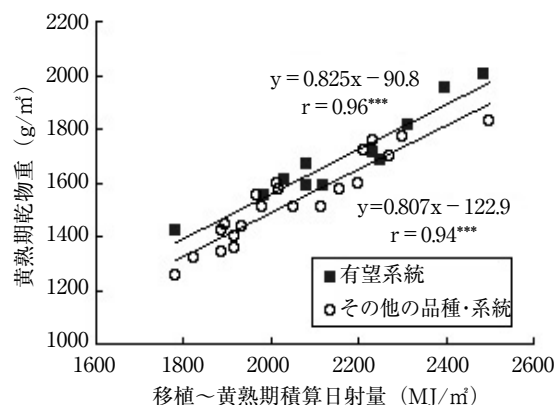


図1 移植～黄熟期の積算日射量と黄熟期乾物重との関係

2001～2005年データを用いた。

有望系統：奥羽飼395号、奥羽飼380号、奥羽飼387号および奥羽飼384号。

\*\*\*は0.1%水準で有意な相関関係が認められることを示す。

の過繁茂による群落光合成-呼吸収支の低下がしばしば問題となる暖地とは異なり、寒冷地では生育気温が低く推移すること、さらに現在育成が進められている飼料イネの多くが多収性インド型品種の遺伝背景を部分的に持ち、長く直立した葉身と群落内での穂の相対的位置が低い特性により群落受光態勢に優れた草型を達観で示すこと、等を考え合わせると、当地域での飼料イネ生産において乾物生産を最大とするような最適LAI (Monsi and Saeki 1953) は一般食用品種より高い可能性がある。しかし、本研究において検討した新規育成系統の多くはLAIが5~6の範囲となるケースが多く(表2)、東北地域での栽培条件において一般食用水稲で推定されている最適LAIとほぼ同じ水準にとどまっていた(稲葉1991)。その一方、LAIの増加速度には施肥条件とともに気温が強く関与するため(Horie 1987)、生育気温が低い寒冷地ではLAIの増大を図りにくい栽培条件となっている。このような現状の中で、当地域における飼料イネの乾物生産ポテンシャルを向上させるために、気象変動が大きい生育条件下で高いLAIを確保できるような品種特性の付与の可能性について今後検討する価値があるように思われる(矢島 1996)。

一方、穂揃期以降のCGRを高く維持するためにはNARの向上が必要であることが指摘された(図

2)。穂揃期以降のNARを高く維持する生理生態条件として、登熟期間中の個葉の光合成活性の維持や群落内の光透過性の確保といった形質が挙げられる。品種育成の際にこのような形質を品種特性として付与していくことが望まれるが、それと同時に、施肥や水管理といった栽培条件が穂揃期後のNARやCGRにおよぼす影響について調査・解析を加え、栽培法による穂揃期後乾物生産の改善の可能性についても今後検討が必要であると思われる。

飼料イネ専用品種開発における育種目標は乾物収量2200g/m<sup>2</sup>という高い値に設定されている(根本2004)。東北地域において、このような極めて高い乾物収量を得るためには、生育期間を長くし積算日射量を出るだけ多く確保することが必要となる(図1)。しかしながら、生育気温が他地域と比較して低く推移する東北地域では、積算日射量を確保するために必要な移植時期の前進化や収穫時期の遅延化等を大幅に進めることは困難で、自ずと生育期間が限定される。仮に移植早限を日平均気温平年値13℃(西山 1990)、黄熟期晩限をインド型品種における登熟期有効下限温度の最低気温平年値9.4℃(江幡 1990)として設定した場合、秋田市を例にすると移植早限が5月8日頃、黄熟期晩限が10月14日頃で、この間の積算日射量の平年値(1981~2005年)は2539MJ/m<sup>2</sup>であった。有望系統における移植~黄

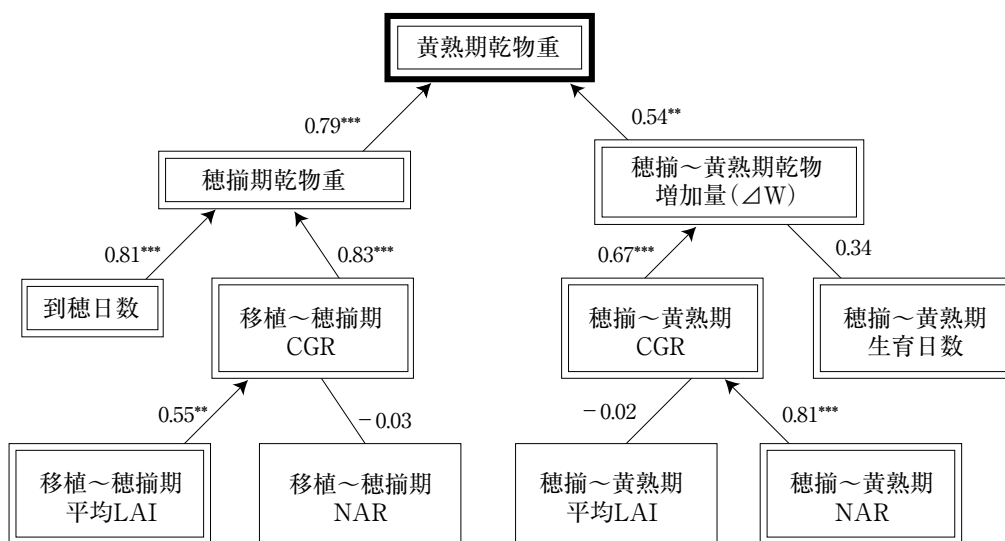


図2 黄熟期までの乾物生産に関連する形質相互間の相関係数

CGR：個体群成長速度、NAR：純同化率。

データ数は各形質ごとに異なる (n=19~26)。

\*\*、\*\*\*はそれぞれ1、0.1%水準で有意な相関関係が認められることを示す。

熟期の積算日射量と黄熟期乾物重との間で得られた回帰直線式(図1)を基準にした場合、平年気象条件における現状での黄熟期乾物重のポテンシャルは、生育期間を最大限確保する熟期を仮定したとして約2004g/m程度と試算された。以上のような試算は推測の域を出ないものの、育種目標への到達までには一層の乾物生産性の向上が必要であると思われる。そのためには、与えられた気象条件下で最大限の乾物収量を獲得するために有利な栽培期間・熟期の設定や、低温条件下での生育停滞が小さい品種開発の可能性について検討し、生育期間の確保に努めることに加えて、上述したような生育各期のCGRを向上させる品種特性の付与等により日射乾物変換効率を高め、図1における回帰直線自体を上方にシフトさせることが必要になるものと考えられる。

### 引用文献

- 1) 江幡守衛. 1990. 有効積算温度とイネの生長. 第2報 イネの出穂・開花および登熟における有効積算温度. 日作紀 59:233-238.
- 2) 藤田泰仁, 村井勝, 蔡義民, 甘利雅菟, 小川増弘. 2003. 近赤外分析法による飼料イネの飼料成分および栄養価の推定. 畜産草地研究成果情報 2:49-50.
- 3) Horie, T. 1987. A model for evaluating climatic productivity and water balance of irrigated rice and application to Southeast Asia. Southeast Asian Studies 25:62-74.
- 4) 稲葉光圀. 1991. 葉層構造改善による増収理論(農山漁村文化協会編, 農業技術体系作物編, 第2-1巻). 東京. 104の2-104の21.
- 5) Monsi, M.; Saeki, T. 1953. Über den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die stoffproduktion. Jpn. J. Bot. 15:22-52.
- 6) 根本博. 2004. イネWCS用品種の特性(農林水産技術会議編, 農林水産研究文献解題 No.29 飼料作物の栽培・利用技術). 東京. 594-597.
- 7) 長田健二, 寺島一男, 吉永悟志, 福田あかり. 2004. 東北地域向け飼料用水稲育成品種・系統の生育および収量特性. 日作東北支報 47:87-89.
- 8) 中込弘二, 山口誠之, 片岡知守, 遠藤貴司, 滝田正, 東正昭, 横上晴郁, 加藤浩, 田村泰章. 2005. 直播栽培に適する稲発酵粗飼料専用品種「べこあおば」の育成. 東北農業研究 58:3-4.
- 9) 西山岩男. 1990. 冷害の防止法(松尾孝嶺ら編, 稲学大成 生理編). 東京. p.624-627.
- 10) 大西政夫, 堀江武. 1999. 重量法による水稲各器官中の非構造性炭水化物の簡易定量法. 日作紀 68:123-136.
- 11) 箭原信男, 高井慎二, 沼川武雄. 1981. 水稲ホールクロップサイレージの調製利用に関する研究. 東北農試研報 63:151-159.
- 12) 矢島正晴. 1996. 光合成・物質生産と多収性(東北農試編, 東北の稲研究). 盛岡. p.156-160.
- 13) 山口誠之. 2004. 寒地・寒冷地向けイネWCS用品種(農林水産技術会議編, 農林水産研究文献解題No.29 飼料作物の栽培・利用技術). 東京. p.597-599.
- 14) 吉永悟志, 長田健二, 福田あかり. 2006. 東北地域の飼料イネ向け品種・系統の直播適性および乾物生産性. 東北農研報 105:63-71.